الكتاب الأول   **التطورات الرتـيـبة**

الوحدة 01   **تطور كميات مادة المتفاعلات والنواتج خلال تحول كيميـائي في محلول مائي**

حلـول تمـارين الكتاب المدرسي   *GUEZOURI Aek – Lycée Maraval - Oran*

الجزء الأول (حسب الطبعة الجديدة للكتاب المدرسي المعتمدة من طرف المعهد الوطني للبحث في التربية)

التمرين 01

1 – يدلّ الصدأ على أن الحديد تفاعل مع ثنائي الأكسوجين.

2 – معـادلة التفاعل الكيميـائي : $4\,Fe + 3\,O_2 = 2\,Fe_2O_3$

3 – تفاعل بطيء .

التمرين 02

1 – الثنائيتان هما : I_2 / I^- و $S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$

2 - المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان هما :

$$I_2 + 2\,e^- = 2\,I^-$$

$$2\,S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2\,e^-$$

3 - معادلة الأكسدة – إرجـاع : $I_2 + 2\,S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2\,I^-$

4 - قبل التكافؤ يزول لون ثنائي اليود كلما امتزج مع ثيوكبريتات الصوديوم (ثنائي اليود هو المتفاعل المحدّ) . ولما نصل للتكافؤ فأية قطرة إضافية منه تنزل للكأس يستقر لونها الأسمر .

التمرين 03

1 – يحدث التفاعل بين الثنائيتين Ox/Rd : I_2 / I^- و $S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-}$

2 - المعادلتان النصفيتـان :

$$2I^- = I_2 + 2\,e^-$$

$$S_2O_8^{2-} + 2\,e^- = 2\,SO_4^{2-}$$

3 - معادلة الأكسدة – إرجـاع :

$$2\,I^-_{(aq)} + S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2\,SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

4 – سبب ظهور اللون الأسمر هو تشكل ثنائي اليود I_2 .

التمرين 04

1 – الغاز الذي ينطلق هو غاز ثنائي الأكسجين O_2 . نكشف عنه مثلا بإشعال عود ثقاب ثم إطفائه وإدخـاله مباشرة في أنبوب التجربة فنلاحظ أن جمرته تزداد توهجا .

2 – نعلم أن شاردة البرمنغنات هي مؤكسد قوي ، إذن في هذه الحالة الماء الأوكسجيني يلعب دور مرجع .

الثنائتان هما : MnO_4^- / Mn^{2+} و O_2 / H_2O_2

المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان همـا :

$$2 \times (\ MnO_4^-{}_{(aq)} + 5\,e^- + 8\,H^+_{(aq)} = Mn^{2+}_{(aq)} + 4\,H_2O_{(l)}\ )$$

$$5 \times (\ H_2O_{2\,(aq)} = O_{2\,(g)} + 2\,e^- + 2\,H^+_{(aq)}\ )$$

معادلة الأكسدة – ارجـاع هي : $2\,MnO_4^-{}_{(aq)} + 6\,H^+_{(aq)}\ 5\,H_2O_2 = 2\,Mn^{2+}_{(aq)} + 5\,O_{2\,(g)} + 8\,H_2O_{(l)}$

التمرين 05

1 – الغاز المنطلق هو غـاز ثنائي الهيدروجين H_2 . نكشف عنه مثلا بتقريب عود ثقاب مشتعل من فوهة الأنبوب بعد سده لبعض الدقائق حتى تتجمع كمية معتبرة منه ، تحدث فرقعة ناتجة عن تفاعل ثنائي الهيدروجين مع ثنائي الأكسجين الموجود في الهواء .

2 - المرجع هو الصوديوم Na

المؤكسد هو المـاء

3 – الثنائيتان همـا : Na^+ / Na و H_2 / H_2O

المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان هما : $2 \times (Na = Na^+ + e^-)$

$2\,H_2O + 2\,e^- = H_2 + 2\,OH^-$

معادلة الأكسدة إرجـاع : $2\,Na_{(s)} + 2\,H_2O_{(l)} = 2\,Na^+_{(aq)} + 2\,OH^-_{(aq)} + H_{2\,(g)}$

التمرين 06

1 – الثنائيتان همـا : Cu^{2+} / Cu و Fe^{2+} / Fe

المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان هما : $Cu^{2+}_{(aq)} + 2\,e^- = Cu_{(s)}$ إرجاع

$Fe_{(s)} = Fe^{2+}_{(aq)} + 2\,e^-$ أكسدة

معادلة الأكسدة – ارجـاع هي : $Cu^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)} = Fe^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

2 – يدلّ زوال اللون الأزرق على أن كل شوارد النحاس الثنائية قد تحوّلت إلى ذرات نحاس (نلاحظ لون أحمر فوق برادة الحديد الفائضة وهو لون النحاس) . هذا التفاعل سريع ، لا يدوم إلا بعض الثواني .

3 – لكي نكشف عن الشوارد المتشكلة نرشّح ناتج التفاعل ونضيف للمحلول محلولا لهيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} , OH^-_{(aq)})$ فيتشكل راسب أخضر لهيدروكسيد الحديد الثنائي (معروف بلونه الخاص) $Fe(OH)_2$ ، دلالة على أن الشوارد الناتجة هي شوارد الحديد الثنائي (Fe^{2+}) .

التمرين 07

1 - الثنائيتان هما : MnO_4^- / Mn^{2+} و O_2 / H_2O_2

2 - المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان همـا :

$2 \times (MnO_4^-{}_{(aq)} + 5\,e^- + 8\,H^+_{(aq)} = Mn^{2+}_{(aq)} + 4\,H_2O_{(l)})$

$5 \times (H_2O_{2\,(aq)} = O_{2\,(g)} + 2\,e^- + 2\,H^+_{(aq)})$

معادلة الأكسدة – ارجـاع هي : $2\,MnO_4^-{}_{(aq)} + 6\,H^+_{(aq)}\ 5\,H_2O_2 = 2\,Mn^{2+}_{(aq)} + 5\,O_{2\,(g)} + 8\,H_2O_{(l)}$

3 – نحن بمثابة معايرة محلول الماء الأكسوجيني بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم ، إذن المتفاعل المحدّ قبل التكافؤ هو برمنغنات البوتاسيوم .

قبل التكافؤ كلما تنزل كمية من برمنغنات البوتاسيوم يزول لونها لتفاعلها مع H_2O_2 (الشفاف) وظهور Mn^{2+} (الشفاف) . وعندما نبلغ التكافؤ ، أية قطرة زيادة من برمنغنات البوتاسيوم يستقر لونها لعدم وجود H_2O_2 لتتفاعل معه لأن هذا الأخير ينتهي عند التكافؤ .

(عندما تجيب لست مطالبا بكل هذا الشرح ، بل قلْ فقط : عندما نبلغ التكافؤ يستقر اللون البنفسجي لبرمنغنات البوتاسيوم) .

4 – جدول التقدم

معادلة التفاعل	$2\,MnO_4^-{}_{(aq)} + 6\,H^+{}_{(aq)}\ 5\,H_2O_{2\,(aq)} = 2\,Mn^{2+}{}_{(aq)} + 5\,O_{2\,(g)} + 8\,H_2O_{(l)}$						
حالة الجملة	التقدم	كمية المـــادة (mol)					
الحالة الابتدائية	0	$n\,(MnO_4^-)$	$n\,(H^+)$	$n\,(H_2O_2)$	0	0	زيادة
الحالة الانتقالية	x	$n\,(MnO_4^-) - 2\,x$	$n\,(H^+) - 6\,x$	$n\,(H_2O_2) - 5\,x$	$2\,x$	$5\,x$	زيادة
الحالة النهائية	x_E	$n\,(MnO_4^-) - 2\,x_E$	$n\,(H^+) - 6\,x_E$	$n\,(H_2O_2) - 5\,x_E$	$2\,x_E$	$5\,x_E$	زيادة

5 – عند التكافؤ يكون لدينا : $n\,(MnO_4^-) - 2\,x_E = 0 \qquad (1)$

$n\,(H_2O_2) - 5\,x_E = 0 \qquad (2)$

نستخرج عبارة x_E من العلاقة (1) ونعوّضها في (2) ، نجد : $n\,(H_2O_2) = \frac{5}{2} n\,(MnO_4^-)$ ، أي :

$C\,V = \frac{5}{2}\,C'\,V'_E$ ، حيث V'_E هو حجم برمنغنات البوتاسيوم المضاف عند التكافؤ .

6 –

نحسب التركيز المولي لمحلول الماء الأكسوجيني : $C = \frac{5}{2}\frac{C'V'_E}{V} = \frac{2,5 \times 0,13 \times 15,8}{25} = 0,20\,mol/L$

التمرين 08

1 - الثنائتان هما : $Mg^{2+}{}_{(aq)} / Mg_{(s)}$ و $H^+{}_{(aq)} / H_{2\,(g)}$.

المعادلتان النصفيتان الإلكترونيتان هما :

$$Mg_{(s)} = Mg^{2+}{}_{(aq)} + 2\,e^-$$

$$2\,H^+{}_{(aq)} + 2\,e^- = H_{2\,(g)}$$

معادلة الأكسدة – إرجـاع : $Mg_{(s)} + 2\,H^+{}_{(q)} = Mg^{2+}{}_{(aq)} + H_{2\,(g)}$

2 – نحسب كميتي مادة H^+ و Mg الابتدائيتين : $n\,(H^+) = C_1\,V_1 = 1 \times 10 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-2}\ mol$

$$n\,(Mg) = \frac{36,45 \times 10^{-3}}{24,3} = 1,5 \times 10^{-3}\,mol$$

المتفاعل المحد : ننشيء جدول التقدم :

معادلة التفاعل	$Mg_{(s)} + 2\,H^+{}_{(q)} \rightarrow Mg^{2+}{}_{(aq)} + H_{2\,(g)}$				
حالة الجملة	التقدم	كمية المـــادة (mol)			
الابتدائية	0	$1,5 \times 10^{-3}$	10^{-2}	0	0
الانتقالية	x	$1,5 \times 10^{-3} - x$	$10^{-2} - 2\,x$	x	x

من حل المعادلتين التاليتين نجد القيمة الصغرى لـ x هي الموافقة لكمية مادة المغنزيوم ، وبالتالي المغنزيوم هو المتفاعل المحد .

$$1,5 \times 10^{-3} - x = 0 \quad ، \quad 10^{-2} - 2\,x = 0$$

القيمة الصغرى لـ x هي $1,5 \times 10^{-3}$ mol ، وهي نفسها قيمة x_{max} .

من الجدول لدينا $n(H_2) = x_{max} = 1,5 \times 10^{-3}$ mol

من المعطيات لدينا بعد 15 mn كمية مادة ثنائي الهيدروجين هي : $n(H_2) = \frac{V_{H_2}}{V_m} = \frac{31\times10^{-3}}{22,4} = 1,38\times10^{-3}\, mol$

وهذه القيمة أصغر من x_{max} ، إذن التفاعل لم ينتهي بعد 15 mn .

التمرين 09

التفاعل منمذج بالمعادلة : $2A + B \rightarrow C + D$ ، وهو من الشكل : $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta D$

لدينا العلاقة بين سرعات اختفاء وظهور الأفراد الكيميائية D ، C ، B ، A هي $\frac{v_A}{\alpha} = \frac{v_B}{\beta} = \frac{v_C}{\gamma} = \frac{v_D}{\delta}$.

في حالتنا هذه لدينا $\alpha = 2$ ، $\beta = \gamma = \delta = 1$

$\frac{v_A}{2} = \frac{v_C}{1}$ ، وبالتعويض : $v_C = \frac{0,2}{2} = 0,1\, mol.L^{-1}.mn^{-1}$

التمرين 10

1 – يُعتبر التفاعل بطيئا (دقيقتان و 20 ثانية) .

2 – السرعة الحجمية المتوسطة : $v = -\frac{1}{V}\frac{\Delta n(MnO_4^-)}{\Delta t}$ (1)

لدينا : $n(MnO_4^-) = C\,V = 0,01 \times 0,05 = 5 \times 10^{-4}$ mol

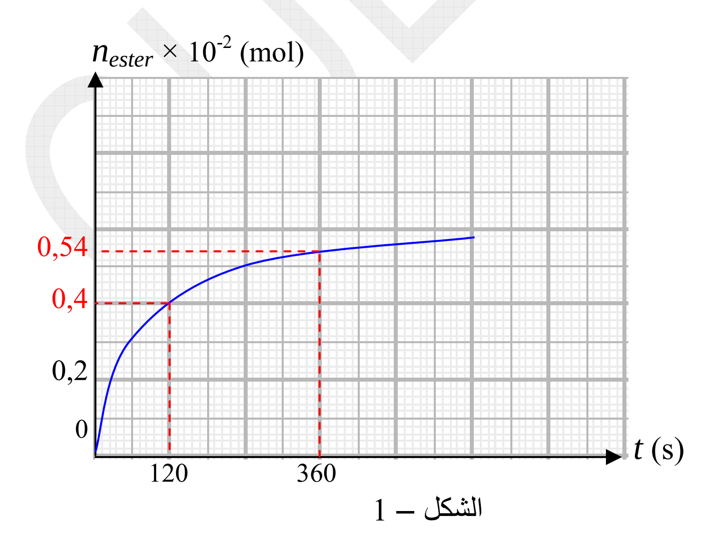
بالتعويض في (1) : $v = -\frac{1}{0,1}\frac{(0-5\times10^{-4})}{140} = 3,6\times10^{-5}\, mol.L^{-1}.s^{-1}$

n_{ester} (mol)

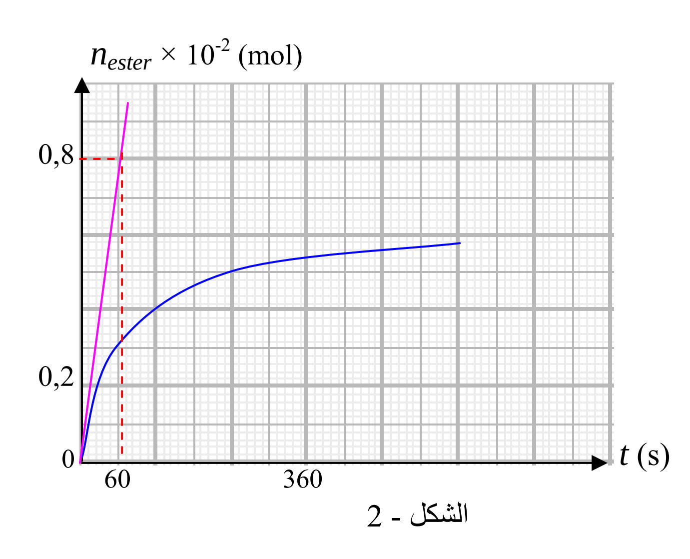
التمرين 11

1 – السرعة المتوسطة لتشكل الأستر $CH_3–COO–C_2H_5$ في المجال الزمني [120 , 360 s] هي :

$v_m = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{(0,54-0,40)\times10^{-2}}{240} = 5,8\times10^{-6}\, mol.s^{-1}$ (الشكل – 1)



الشكل – 1



الشكل - 2

2 – السرعة عند اللحظة $t = 0$:

تمثل هذه السرعة ميل المماس للبيان $n_{Ester} = f(t)$ في المبدأ (الشكل – 2) ، $v = \frac{(0,8-0)\times 10^{-2}}{60-0} = 1,3\times 10^{-4} mol.s^{-1}$

3 – زمن نصف التفاعل : لدينا $x_f = 0,6\times 10^{-2}\ mol$ من البيان ، ومنه $\frac{x_f}{2} = 0,3\ \times 10^{-2} mol$. الزمن الموافق لهذه القيمة على البيان هو $t_{1/2} = 60\ s$.

التمرين 12

1 - خـاطئة (الصحيح : أكبر ما يمكن)

2 - خاطئة (الصحيح : تنتهي نحو الصفر)

3 - لكي نتأكد من صحة أو خطـأ النتيجة نحسب ميل المماس للبيان في النقطة التي فاصلتها $t = 40$ s ، ثم نقسّم النتيجة على حجم المزيج $V = V_1 + V_2 = 0,4$ L

$$v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt} \qquad (1)$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{7,5\times 10^{-3}}{64} = 1,17\times 10^{-4} mol.mn^{-1}$$

بالتعويض في (1) :

$$v = \frac{1}{0,4}\times 1,17\times 10^{-4}$$

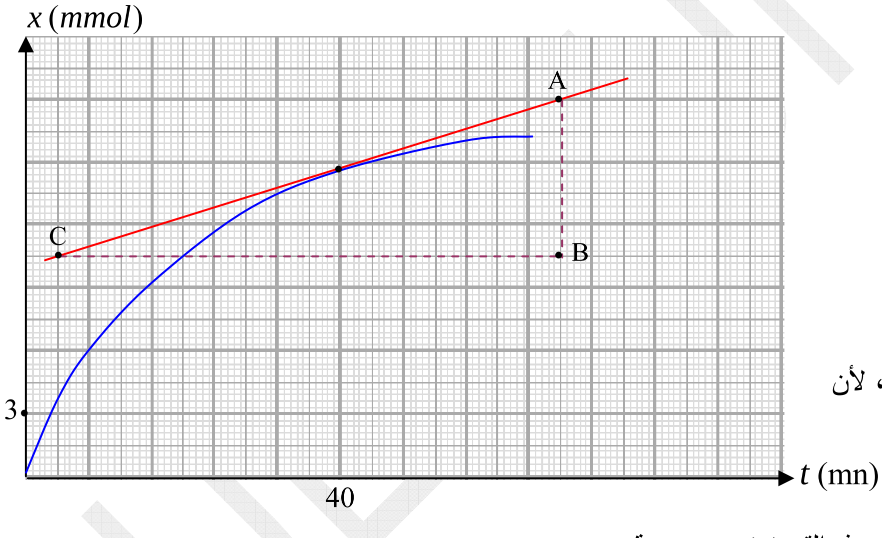
$$v = 2,92\times 10^{-4} mol.L^{-1}.mn^{-1}$$

يُعتبر الاقتراح صحيح .

(تتعلق النتيجة بالدقة في رسم المماس)

ملاحظة :

لا يمكن لكل التلاميذ أن يجدوا نفس قيمة الميل ، لأن هذا راجع لدقة الرسم ، ولهذا في تصحيح امتحان البكالوريا في هذه الحالة يُعطى مجال لقيم الميل (مثلا من 5,5 إلى 5,8) . كل هذه القيم تعتبر صحيحة .



يتبع ... الجزء الثاني من التمارين من 14 إلى 29